

## **VOLATILIDADE E LIGAÇÕES ENTRE OS MERCADOS BOLSISTAS INTERNACIONAIS: DA CRISE DAS EMPRESAS TECNOLÓGICAS À CRISE FINANCEIRA GLOBAL**

**VOLATILITY AND LINKS BETWEEN INTERNATIONAL STOCK MARKETS: FROM THE CRISIS OF TECHNOLOGY COMPANIES TO THE GLOBAL FINANCIAL CRISIS**

**VOLATILIDAD Y RELACIONES ENTRE LOS MERCADOS BOLSISTAS INTERNACIONALES: DE LA CRISIS DE LAS EMPRESAS TECNOLÓGICAS A LA CRISIS FINANCIERA GLOBAL**

Vitor Manuel Gabriel \*

José Ramos Pires Manso\* \*

### **RESUMO:**

Neste estudo é analisada a volatilidade dos mercados bolsistas internacionais e a ligação entre estes, recorrendo a um conjunto composto por doze mercados, correspondente a mais de 62% da capitalização bolsista mundial, no período compreendido entre 4/01/1999 e 30/06/2011, tendo em consideração a diferenciação proporcionada pelos movimentos de subida e de queda dos mercados. Por um lado, aplica-se o conceito de semicorrelação, na aceção de Erb, Harvey e Viskanta (1994), de modo a perceber se as ligações entre os mercados registaram alterações significativas com a verificação de movimentos de queda dos índices, e em que medida a crise financeira global terá contribuído para tal. Por outro lado, foi analisado o risco dos mercados, em função dos movimentos descritos pelos índices, recorrendo ao conceito de semivolatilidade, de acordo com a proposta de Zimmermann et al. (2003).

**Palavras chave:** *Crise financeira global, mercados bolsistas internacionais, semicorrelação, semivolatilidade.*

## **ABSTRACT:**

This study analyses the volatility of the international stock markets and the link between them, using a set comprising twelve markets, accounting for over 62% of world stock market capitalization in the period between 04/01/1999 and 30/06 /2011, taking into account the differentiation provided by the movements of rising and falling markets. On the one hand, it applies the concept of partial correlation according to Erb, Harvey and Viskanta (1994), in order to understand if the links between the markets changed significantly with index falling rates, and whether the global financial crisis has contributed to this. On the other hand, we analysed market risk, according to the movements described by the indexes, using the concept of semi-volatility, as proposed by Zimmermann et al. (2003).

**Keywords:** *global financial crisis, international stock markets, partial correlation, semi-volatility.*

## **RESUMEN**

En este estudio se analiza la volatilidad de los mercados bolsistas internacionales y la relación entre estos, recorriendo a un conjunto compuesto por doce mercados, correspondientes a más de 62% de la capitalización bolsista mundial, en el período comprendido entre 4/01/1999 y 30/06/2011, teniendo en consideración la diferencia proporcionada por los movimientos de subida y de bajada de los mercados. Por un lado, se aplica el concepto de semicorrelación, en la aceptación de Erb, Harvey y Viskanta (1994), de modo a comprender si las relaciones entre los mercados registraron alteraciones significativas con la verificación de movimientos de bajada de los índices, y en que medida la crisis financiera global habrá contribuido para tal. Por otro lado, fue analizado el riesgo de los mercados, en función de los movimientos descritos por los índices, recorriendo al concepto de semivolatilidad, de acuerdo con la propuesta de Zimmermann et al. (2003).

**Palavras chave:** *Crises financeira global, mercados bolsistas internacionais, semicorrelação, semivolatilidad.*

\*Professor do Instituto Politécnico da Guarda

\*\* Professor da Universidade da Beira Interior

Submitted: 29th May 2013

Accepted: 8th January 2014

## 1. INTRODUÇÃO

Os mercados financeiros globais estão, atualmente, a viver a mais grave crise desde 1929. A presente crise financeira global teve o seu início em 2007, quando a crise do crédito subprime, desencadeada nos Estados Unidos, se propagou rapidamente a outros mercados financeiros, num movimento à escala global. À medida que a crise se agravou, os mercados bolsistas de todo o mundo assistiram a quedas substanciais nos preços dos ativos e entraram num período de elevada volatilidade.

As ligações entre mercados bolsistas internacionais têm motivado múltiplos estudos. Os trabalhos pioneiros de Grubel (1968) e Ripley (1973) terão contribuído para o aumento da importância do estudo deste tema. O estudo das ligações contemporâneas entre os mercados bolsistas recorre, habitualmente, ao coeficiente de correlação de Pearson, que representa os comovimentos médios dos mercados. Separar as estimativas das correlações, de acordo com os diferentes ambientes de rendibilidade, pode ajudar a perceber até que ponto estas se reforçam, em função do comportamento de subida ou de descida dos mercados. Erb, Harvey e Viskanta (1994) desenvolveram uma metodologia, designada por semicorrelações, que ajuda a aprofundar o conhecimento da ligação entre duas variáveis, ao longo do tempo, separando o *bull market* do *bear market*. Recorrendo a esta

metodologia, estes autores investigaram as semicorrelações entre as rendibilidades mensais de índices bolsistas relativos aos países do G7, no período compreendido entre janeiro de 1970 e dezembro de 1993, tendo concluído que as ligações entre esses mercados foram claramente mais fortes durante os movimentos de queda. A idêntica conclusão chegaram Zimmermann *et al.* (2003), ao estudarem um conjunto de treze mercados, no período compreendido entre janeiro de 1970 e agosto de 1998.

A compreensão da volatilidade dos mercados bolsistas é, de acordo com diversos autores, um importante elemento para determinar o custo do capital e para apoiar decisões de investimento. Bollerslev, Chou e Kroner (1992) defendem que a volatilidade é uma variável-chave para uma larga maioria de instrumentos financeiros, exercendo um papel central em diversas áreas de finanças. Por seu lado, Premaratne e Balasubramanyan (2003) consideram que alterações substanciais na volatilidade dos mercados financeiros podem causar efeitos negativos e significativos na aversão ao risco, por parte dos investidores, mas também tornar os mercados menos estáveis, aumentando a incerteza dos atores de mercado, as suas previsões e os seus rendimentos.

A quantificação do risco, enquanto variável financeira, tem sido, desde há muito tempo, um grande desafio para os investigadores na área de finanças. O modelo proposto por Harry Markowitz, em 1952, deu origem à Teoria das Carteiras, na qual uma boa parte dos modelos de gestão de risco desenvolvidos, desde então, se inspiraram. Este modelo considera a variância das rendibilidades como uma medida de risco e enfatiza a importância da diversificação de investimentos. De acordo com Markowitz (1991), a semivolatilidade é uma medida de risco mais plausível do que a variância. Quando as rendibilidades são descritas pela distribuição normal, a semivolatilidade e a variância conduzem a conclusões idênticas. Porém, quando o pressuposto de normalidade não se verifica, a semivolatilidade revela-se uma medida de risco mais apropriada.

No seio do meio académico, mas igualmente entre os profissionais dos mercados financeiros, há um amplo consenso de que a volatilidade se

relaciona negativamente com as rendibilidades dos ativos financeiros. Este facto resulta de uma evidência empírica de que a volatilidade dos ativos financeiros tem reações diferentes, consoante ao mercado cheguem “más notícias” ou “boas notícias”. Alguns autores, entre os quais Black (1976), Christie (1982), Nelson (1991), Campbell e Hentschel (1992) e Beakert e Wu (2000), concluíram que a volatilidade das rendibilidades apresenta maior propensão para aumentar face a “más notícias” do que face a “boas notícias”, ou seja, a resposta da volatilidade é assimétrica face a choques negativos na rendibilidade. De acordo com outros autores, como Pindyck (1984), French *et. al* (1987) e Campbell e Hentschel (1992), a natureza assimétrica da volatilidade pode refletir a existência de prémios de risco variáveis no tempo. Sendo a volatilidade uma medida de avaliação do risco, a antecipação de um aumento na volatilidade faz com que o investidor exija uma rendibilidade acrescida, provocando a queda da cotação dos ativos.

Neste trabalho analisamos as ligações entre os mercados bolsistas internacionais e o risco evidenciado por estes, recorrendo a estimativas que permitem diferenciar os ambientes de subida e de descida, com o intuito de aprofundar o impacto da atual crise financeira global no comportamento dos mercados bolsistas.

O presente estudo está estruturado do seguinte modo: a parte 2 apresenta a informação acerca dos dados e da metodologia escolhida; a parte 3 apresenta os resultados empíricos, enquanto na parte 4 são expostas as principais conclusões.

## **2. DADOS E METODOLOGIA**

### **2.1 DADOS**

No sentido de analisar a ligação entre os mercados bolsistas e a respetiva volatilidade, foram selecionados índices representativos dos mercados internacionais, concretamente índices europeus, não europeus, desenvolvidos e emergentes, de acordo com a classificação atribuída pela Morgan Stanley Capital International, e que representavam, em 2010, cerca de 62% da capitalização bolsista

mundial. O conjunto de mercados desenvolvidos inclui mercados europeus e não europeus. Do continente europeu, foram escolhidos os mercados da Alemanha (DAX 30), da França (CAC 40), do Reino Unido (FTSE 100), da Espanha (IBEX 35), da Irlanda (ISEQ Overall), da Grécia (ATG) e de Portugal (PSI 20). Do conjunto de mercados desenvolvidos não europeus foram escolhidos os mercados dos EUA (Dow Jones), do Japão (Nikkei 225) e de Hong Kong (Hang-Seng). Relativamente aos mercados emergentes, foram selecionados o Brasil (Bovespa) e a Índia (Sensex).

Os dados utilizados neste estudo foram obtidos junto da Econostats, cobrindo o período compreendido entre 4 de outubro de 1999 e 30 de junho de 2011, que por sua vez foi subdividido em três sub-períodos. Para analisar a crise Dot-Com, foi considerado o período de 4/10/1999 a 31/03/2003. Relativamente ao mais recente episódio de crise, que teve início nos EUA, com a crise do crédito *subprime*, e que viria a ter um novo epílogo com a crise das dívidas soberanas, definiu-se como data de início o dia 1/08/2007, o qual correspondeu a uma significativa subida dos *Credit Default Swaps* (Horta *et al.*, 2008; Toussaint, 2008; Naoui *et al.*, 2010). Para além dos sub-períodos correspondentes a dois episódios de crise, foi ainda considerado um terceiro sub-período, designado por Tranquilo, relativo ao lapso temporal de 1/04/2003 a 31/07/2007, e que correspondeu a uma subida generalizada dos valores dos índices bolsistas.

As séries dos valores de fecho dos índices foram transformadas em séries de rendibilidades,  $r_t$ , através da aplicação do logaritmo natural à primeira diferença do preço de fecho de cada índice, em que  $P_t$  e  $P_{t-1}$  representam os valores de fecho de um índice, nos dias  $t$  e  $t-1$ , respetivamente.

$$r_t = \ln \left( \frac{P_t}{P_{t-1}} \right) \quad (1)$$

## 2.2 METODOLOGIA

### 2.2.1 Análise de correlação

Seguindo a metodologia proposta por Erb, Harvey e Viskanta (1994), calculam-se as semicorrelações, separando o *bull market* do *bear market*. Quando ambas as taxas de rentabilidade são inferiores às respetivas médias, a correlação resultante dessas duas séries é designada por *down-down correlation*. Quando as taxas de rentabilidade são, em simultâneo, superiores às respetivas médias, a correlação resultante dessas duas séries é designada por *up-up correlation*.

A equação da *up-up correlation* é definida por:

$$\rho_{x,y} = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^h n_i (x_i - \bar{x})(y_j - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^k n_i (x_i - \bar{x})^2} \times \sqrt{\sum_{j=1}^h n_j (y_j - \bar{y})^2}} \quad (2)$$

A equação anterior é resolvida para todo o  $x_i > \bar{x}$  e  $y_i > \bar{y}$ .

A *down-down correlation* é obtida resolvendo a equação anterior para todo o  $x_i < \bar{x}$  e  $y_i < \bar{y}$ .

No sentido de perceber se o aumento generalizado das correlações revela significado estatístico, recorre-se ao teste-t em duas amostras, também designado por teste-t de heterocedasticidade, de acordo com a proposta de Forbes e Rigobon (2002). Este teste corresponde à hipótese nula de que a correlação no sub-período Crise Financeira Global é maior ou igual que a correlação nos dois sub-períodos anteriores, face à hipótese alternativa de que a correlação é superior durante os dois sub-períodos precedentes.

$$H_0 = r_{i,j}^1 \geq r_{i,j}^0 \quad (3)$$

$$H_1 = r_{i,j}^1 < r_{i,j}^0 \quad (4)$$

Em que  $r_{i,j}^t$  é o coeficiente de correlação entre o mercado  $i$  e o mercado  $j$ , no período  $t$ . O valor “1” refere-se ao sub-período Crise Financeira Global, enquanto o valor “0” reporta os dois sub-períodos precedentes.

A aplicação deste teste recorre à transformação de Fisher, aplicada aos coeficientes de correlação, de modo a garantir que estes seguem uma distribuição aproximadamente normal, em termos assintóticos, com média  $\mu_t$  e variância  $\sigma_t^2$ , definidas da seguinte forma:

$$\mu_t = \frac{1}{2} \ln \left( \frac{1 + r_{i,j}^t}{1 - r_{i,j}^t} \right) \quad (5)$$

$$\sigma_t^2 = \frac{1}{n_t - 3} \quad (6)$$

A estatística do teste é calculada a partir de:

$$U = \frac{\bar{\mu}_1 - \bar{\mu}_0}{\left( \sigma_0^2 + \sigma_1^2 \right)^{\frac{1}{2}}} \quad (7)$$

Onde  $\mu_t$  e  $\sigma_t^2$  são a média e a variância amostrais, calculadas através da transformação de Fisher, e em que estatística do teste segue uma distribuição normal, com média 0 e variância 1.

### 2.2.2 Análise de volatilidade

Para investigar se a volatilidade é função dos ambientes de subida e de descida dos mercados bolsistas, subdivide-se cada uma das séries de rendibilidades em mercado em alta e mercado em baixa, conforme a metodologia proposta por Zimmermann *et al.* (2003). Um dia é classificado como em alta, se a respetiva rendibilidade for superior à média de série completa; o inverso é verdadeiro para a classificação em baixa. Considerando as séries  $m$  (*bull market*) e  $n$  (*bear market*), são estimadas as medidas de volatilidade, em alta e em baixa,  $\sigma_{up}$  e  $\sigma_{down}$ , respetivamente.



$$\sigma_u = \sqrt{\frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2}, \text{ para todo o } x_i > \bar{x} \quad (8)$$

$$\sigma_d = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \text{ para todo o } x_i < \bar{x}. \quad (9)$$

Para testar a igualdade de variâncias entre o sub-período Crise Financeira Global e os dois precedentes, recorre-se ao teste F, cuja estatística é dada por  $F = \frac{S_m^2}{S_n^2} \sim F_{m-1, n-1}$ , onde  $S_m^2$  é a variância estimada para o sub-período que regista maior (menor) valor. As hipóteses nula e alternativa são dadas por:

$$H_0 : \mu_{C1} = \mu_{D-C} \text{ e } H_0 : \mu_{Q1} = \mu_{T-S} \quad (10)$$

$$H_{a1} : \mu_{C1} \neq \mu_{D-C} \text{ e } H_{a2} : \mu_{Q1} \neq \mu_{T-S} \quad (11)$$

### 3. RESULTADOS EMPÍRICOS

As principais estatísticas descritivas das taxas de rendibilidade dos doze índices, referentes aos três sub-períodos amostrais, são apresentadas na tabela 1.

A análise das estatísticas descritivas permite a conclusão de que apenas no sub-período Tranquilo todos os índices apresentaram rendibilidade média diária positiva. Nos restantes sub-períodos, apenas o BOV, no primeiro, e o BOV e o SENSEX, no terceiro, apresentaram rendibilidade média positiva.

*Tabela 1 – Estatísticas descritivas das séries nos três sub-períodos.*

|                                |            | ATG    | BOV    | CAC    | DAX    | DJ     | FTSE   | HANG   | IBEX   | ISEQ   | NIKKEI | PSI    | SENSE  |
|--------------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Dot-Com</b>                 | Média      | -      | 0,0000 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
|                                | Mediana    | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0004 | 0,0007 | -      | -      | 0,0002 |
|                                | Máximo     | 0,0881 | 0,0615 | 0,0700 | 0,0755 | 0,0615 | 0,0590 | 0,0543 | 0,0578 | 0,0477 | 0,0573 | 0,0429 | 0,0925 |
|                                | Mínimo     | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
|                                | Desvio-    | 0,0173 | 0,0205 | 0,0184 | 0,0203 | 0,0139 | 0,0145 | 0,0162 | 0,0170 | 0,0122 | 0,0152 | 0,0119 | 0,0170 |
|                                | Assimetria | 0,1966 | -      | 0,0759 | 0,0843 | 0,1118 | -      | -      | 0,1248 | -      | -      | -      | -      |
|                                | Curtose    | 6,8615 | 5,7425 | 4,1565 | 4,0411 | 4,3398 | 4,3767 | 5,1877 | 3,3298 | 4,5436 | 3,9886 | 5,0641 | 7,2969 |
|                                | Jarque-    | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 |
| <b>Tranquilo</b>               | Média      | 0,0008 | 0,0010 | 0,0005 | 0,0008 | 0,0002 | 0,0004 | 0,0007 | 0,0007 | 0,0006 | 0,0004 | 0,0007 | 0,0012 |
|                                | Mediana    | 0,0014 | 0,0015 | 0,0005 | 0,0012 | 0,0004 | 0,0008 | 0,0008 | 0,0009 | 0,0007 | 0,0004 | 0,0006 | 0,0018 |
|                                | Máximo     | 0,0497 | 0,0516 | 0,0306 | 0,0297 | 0,0206 | 0,0260 | 0,0352 | 0,0286 | 0,0415 | 0,0352 | 0,0384 | 0,0793 |
|                                | Mínimo     | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
|                                | Desvio-    | 0,0097 | 0,0154 | 0,0085 | 0,0092 | 0,0065 | 0,0069 | 0,0091 | 0,0079 | 0,0087 | 0,0104 | 0,0058 | 0,0142 |
|                                | Assimetria | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0,1324 | -      |
|                                | Curtose    | 6,1426 | 4,0228 | 4,0304 | 3,7056 | 4,2467 | 4,9971 | 4,5913 | 4,5926 | 9,4897 | 4,5117 | 5,9863 | 12,123 |
|                                | Jarque-    | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 |
| <b>Crise Financeira Global</b> | Média      | -      | 0,0001 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0,0002 |
|                                | Mediana    | -      | 0,0010 | 0,0000 | 0,0006 | 0,0005 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0004 | 0,0000 | 0,0003 | -      | 0,0009 |
|                                | Máximo     | 0,0873 | 0,1367 | 0,1059 | 0,1079 | 0,1050 | 0,0938 | 0,1340 | 0,1348 | 0,0973 | 0,0949 | 0,1019 | 0,1599 |
|                                | Mínimo     | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
|                                | Desvio-    | 0,0211 | 0,0215 | 0,0182 | 0,0169 | 0,0158 | 0,0162 | 0,0215 | 0,0189 | 0,0213 | 0,0192 | 0,0153 | 0,0197 |
|                                | Assimetria | -      | 0,0956 | 0,1444 | 0,2178 | 0,0469 | -      | 0,1646 | 0,1289 | -      | -      | -      | 0,2100 |
|                                | Curtose    | 5,0252 | 9,2343 | 8,6583 | 9,5723 | 10,276 | 8,7145 | 8,9870 | 9,8258 | 7,2341 | 9,1729 | 11,027 | 9,4924 |
|                                | Jarque-    | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 | (0,000 |

Todas as séries de rendibilidades estudadas evidenciaram sinais de desvio face à hipótese de normalidade, atendendo aos coeficientes de assimetria e de curtose, diferentes de zero e três, respetivamente. As séries analisadas são leptocúrticas e apresentam abas assimétricas. A característica de assimetria negativa é verificada em oito índices, evidenciando-se em especial os índices ISEQ (-0,652) e NIKKEI (-0,644). Para saber da adequação do ajustamento da distribuição normal às distribuições empíricas das doze séries, nos três sub-períodos analisados, foi também aplicado o teste de aderência de Jarque-Bera, cujos valores estatísticos podem ser vistos na tabela 1. Tendo em conta os valores dos testes e as respetivas probabilidades (iguais a zero), concluímos que todas as séries são estatisticamente significativas a 1%, rejeitando-se claramente a hipótese de normalidade das mesmas.

Com o objetivo de investigar a eventual presença de assimetrias nas correlações, calculámos as semicorrelações, de acordo com a metodologia exposta anteriormente. Para o efeito, foram considerados os três sub-períodos objeto de análise e calculadas as semicorrelações entre os doze índices bolsistas, para as taxas de rendibilidade negativas (*down-down correlations*) e positivas (*up-up correlations*) de cada par de índices. Estes resultados são apresentados nas tabelas 2, 3 e 4.

Em consonância com os resultados obtidos noutros estudos empíricos, nomeadamente os apresentados na introdução deste trabalho, a correlação entre as taxas de rendibilidade dos doze índices analisados revelou-se mais elevada quando os mercados descreveram movimentos de queda. A média global das *down-down correlations* foi de 0,705, 0,723 e 0,773, nos sub-períodos Dot-Com, Tranquilo e Crise Financeira Global, respetivamente, enquanto as *up-up correlations* registaram 0,683, 0,710 e 0,743, nos mesmos sub-períodos. Em ambos os casos, os coeficientes de correlação registaram valores muito superiores aos obtidos nos estudos anteriores. Para além disso, essa comparação permite identificar algumas diferenças notórias.

Em primeiro lugar, embora os coeficientes de correlação associados a quedas de mercado tenham apresentado valores superiores aos de

movimentos de subida, o diferencial entre estes registou uma magnitude muito inferior à apresentada em estudos anteriores, o que pode ser um indício de diminuição da assimetria dos índices. Por exemplo, no já citado estudo desenvolvido por Erb, Harvey e Viskanta (1994) foram encontrados diferenciais muito superiores entre os dois tipos de correlação. O par EUA-Alemanha registou uma *down-down correlation* de 0,52 e uma *up-up correlation* de 0,09, o que contrasta com os valores calculados no presente estudo, em que o maior diferencial está associado ao par ATG-SENSEX, com uma *down-down correlation* de 0,767 e uma *up-up correlation* de 0,616. Em termos médios, os diferenciais entre os dois tipos de correlações são, pois, muito inferiores aos obtidos anteriormente. Erb, Harvey e Viskanta (1994) obtiveram correlações médias globais de 0,416 e 0,179, para as *down* e as *up correlations*, respetivamente. Estes valores contrastam, claramente, com a média global das *down-down correlations*, de 0,705, 0,723 e 0,773, e com as *up-up correlations*, de 0,683, 0,710 e 0,743, nos sub-períodos Dot-Com, Tranquilo e Crise Financeira Global, respetivamente.

Em segundo lugar, enquanto nos estudos anteriores todas as *down-down correlations* apresentaram valores superiores aos das *up-up correlations*, no presente estudo tal não aconteceu. A percentagem de vezes em que essa superioridade se verificou foi de 71%, 68% e 87%, nos sub-períodos Dot-Com, Tranquilo e Crise Financeira Global, respetivamente. No primeiro sub-período estudado, só os índices ATG e BOV registaram tal superioridade. Nos dois sub-períodos seguintes, apenas o índice PSI registou superioridade das *down-down correlations* em todos os pares analisados.

Em terceiro lugar, os valores dos coeficientes de correlação registaram valores muito elevados, sobretudo os associados a movimentos de descida dos mercados, face aos calculados noutros estudos, e em especial os relativos aos pares de países europeus. No caso das *down-down correlations*, os valores foram de 0,74, 0,76 e 0,81, enquanto as *up-up correlations* foram de 0,72, 0,74 e 0,78, nos sub-períodos Dot-Com, Tranquilo e Crise Financeira Global, respetivamente. No último sub-período estudado vários pares de países europeus

registaram correlações superiores a 90%, o que supera claramente os valores estimados por Erb, Harvey e Viskanta (1994) e Zimmermann *et al.* (2003), cujos valores máximos foram de 66%.

*Tabela 2 – Down-Down e Up-Up Correlations durante o sub-período Dot-Com*

|                 | ATG          | BOV          | CAC          | DAX          | DJ           | FTSE         | HANG         | IBEX         | ISEQ         | NIKKEI       | PSI          | SENSEX       | Média        | Média Down   |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| ATG             |              | 0,653        | 0,638        | 0,609        | 0,679        | 0,632        | 0,705        | 0,640        | 0,678        | 0,651        | 0,661        | 0,652        | <b>0,654</b> | <b>0,705</b> |
| BOV             | 0,595        |              | 0,705        | 0,736        | 0,731        | 0,655        | 0,735        | 0,719        | 0,670        | 0,686        | 0,743        | 0,674        | <b>0,701</b> |              |
| CAC             | 0,568        | 0,664        |              | 0,911        | 0,782        | 0,891        | 0,670        | 0,891        | 0,752        | 0,663        | 0,770        | 0,592        | <b>0,751</b> |              |
| DAX             | 0,579        | 0,684        | 0,889        |              | 0,804        | 0,844        | 0,644        | 0,851        | 0,736        | 0,664        | 0,757        | 0,564        | <b>0,738</b> |              |
| DJ              | 0,598        | 0,674        | 0,803        | 0,848        |              | 0,747        | 0,672        | 0,772        | 0,670        | 0,660        | 0,732        | 0,616        | <b>0,715</b> |              |
| FTSE            | 0,567        | 0,652        | 0,898        | 0,851        | 0,802        |              | 0,666        | 0,843        | 0,752        | 0,644        | 0,716        | 0,543        | <b>0,721</b> |              |
| HANG            | 0,652        | 0,654        | 0,642        | 0,655        | 0,639        | 0,689        |              | 0,715        | 0,700        | 0,760        | 0,746        | 0,701        | <b>0,701</b> |              |
| IBEX            | 0,599        | 0,693        | 0,914        | 0,861        | 0,816        | 0,884        | 0,648        |              | 0,767        | 0,696        | 0,775        | 0,632        | <b>0,755</b> |              |
| ISEQ            | 0,618        | 0,664        | 0,759        | 0,746        | 0,685        | 0,783        | 0,691        | 0,739        |              | 0,716        | 0,710        | 0,617        | <b>0,706</b> |              |
| NIKKEI          | 0,556        | 0,634        | 0,647        | 0,615        | 0,640        | 0,654        | 0,715        | 0,637        | 0,656        |              | 0,663        | 0,602        | <b>0,673</b> |              |
| PSI             | 0,629        | 0,703        | 0,752        | 0,741        | 0,707        | 0,728        | 0,663        | 0,773        | 0,666        | 0,655        |              | 0,674        | <b>0,722</b> |              |
| SENSEX          | 0,549        | 0,639        | 0,564        | 0,516        | 0,571        | 0,605        | 0,672        | 0,606        | 0,617        | 0,592        | 0,657        |              | <b>0,624</b> |              |
| <b>Média</b>    | <b>0,592</b> | <b>0,660</b> | <b>0,736</b> | <b>0,726</b> | <b>0,707</b> | <b>0,737</b> | <b>0,665</b> | <b>0,743</b> | <b>0,693</b> | <b>0,636</b> | <b>0,697</b> | <b>0,599</b> |              |              |
| <b>Média Up</b> | <b>0,683</b> |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |

*Notas: Esta tabela apresenta as down-down correlations (acima da diagonal principal) e as up-up correlations (abaixo da diagonal principal) de cada um dos pares de índices. Para além disso, apresenta também a média de cada índice nas duas formas de volatilidade, bem como a média global das down e das up correlations, no período de 4 de outubro de 1999 a 31 de março de 2003.*

*Tabela 3 – Down-Down e Up-Up Correlations durante o sub-período Tranquilo*

|        | ATG   | BOV   | CAC   | DAX   | DJ    | FTSE  | HANG  | IBEX  | ISEQ  | NIKKE | PSI   | SENSE | Médi | Médi      |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-----------|
| ATG    |       | 0,702 | 0,773 | 0,749 | 0,661 | 0,765 | 0,693 | 0,772 | 0,764 | 0,644 | 0,731 | 0,688 | 0,72 | 0,72<br>3 |
| BOV    | 0,653 |       | 0,758 | 0,744 | 0,784 | 0,746 | 0,653 | 0,727 | 0,665 | 0,631 | 0,740 | 0,606 | 0,70 |           |
| CAC    | 0,790 | 0,681 |       | 0,935 | 0,776 | 0,917 | 0,678 | 0,909 | 0,784 | 0,694 | 0,780 | 0,629 | 0,78 |           |
| DAX    | 0,748 | 0,678 | 0,928 |       | 0,781 | 0,881 | 0,671 | 0,888 | 0,756 | 0,689 | 0,754 | 0,616 | 0,76 |           |
| DJ     | 0,684 | 0,770 | 0,775 | 0,767 |       | 0,758 | 0,586 | 0,764 | 0,695 | 0,555 | 0,704 | 0,566 | 0,69 |           |
| FTSE   | 0,746 | 0,720 | 0,897 | 0,864 | 0,751 |       | 0,692 | 0,886 | 0,802 | 0,680 | 0,795 | 0,640 | 0,77 |           |
| HANG   | 0,713 | 0,672 | 0,714 | 0,691 | 0,659 | 0,672 |       | 0,675 | 0,688 | 0,774 | 0,708 | 0,691 | 0,68 |           |
| IBEX   | 0,745 | 0,702 | 0,895 | 0,880 | 0,745 | 0,859 | 0,682 |       | 0,774 | 0,657 | 0,772 | 0,645 | 0,77 |           |
| ISEQ   | 0,737 | 0,686 | 0,781 | 0,743 | 0,703 | 0,799 | 0,653 | 0,764 |       | 0,681 | 0,701 | 0,639 | 0,72 |           |
| NIKKEI | 0,724 | 0,647 | 0,690 | 0,655 | 0,604 | 0,695 | 0,737 | 0,669 | 0,656 |       | 0,675 | 0,675 | 0,66 |           |
| PSI    | 0,662 | 0,640 | 0,693 | 0,665 | 0,662 | 0,694 | 0,649 | 0,692 | 0,700 | 0,649 |       | 0,716 | 0,73 |           |
| SENSEX | 0,675 | 0,661 | 0,673 | 0,632 | 0,610 | 0,662 | 0,660 | 0,644 | 0,712 | 0,647 | 0,573 |       | 0,64 |           |
| Média  | 0,71  | 0,68  | 0,77  | 0,75  | 0,70  | 0,76  | 0,68  | 0,75  | 0,72  | 0,670 | 0,66  | 0,650 |      |           |
| Média  | 0,710 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |           |

*Notas: Esta tabela apresenta as down-down correlations (acima da diagonal principal) e as up-up correlations (abaixo da diagonal principal) de cada um dos pares de índices. Para além disso, apresenta também a média de cada índice nas duas formas de volatilidade, bem como a média global das down e das up correlations, no período de 1 de abril de 2003 a 31 de julho de 2007.*

Tabela 4 – *Down-Down e Up-Up Correlations* no sub-período Crise Financeira Global

|                 | ATG          | BOV          | CAC          | DAX          | DJ           | FTSE         | HANG         | IBEX         | ISEQ         | NIKKEI       | PSI          | SENSEX       | Média        | Média Down   |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| ATG             |              | 0,699        | 0,804        | 0,781        | 0,667        | 0,778        | 0,725        | 0,807        | 0,740        | 0,692        | 0,800        | 0,767        | <b>0,751</b> | <b>0,773</b> |
| BOV             | 0,648        |              | 0,805        | 0,777        | 0,836        | 0,797        | 0,754        | 0,794        | 0,765        | 0,644        | 0,741        | 0,760        | <b>0,761</b> |              |
| CAC             | 0,762        | 0,806        |              | 0,962        | 0,802        | 0,942        | 0,775        | 0,930        | 0,834        | 0,736        | 0,876        | 0,750        | <b>0,838</b> |              |
| DAX             | 0,743        | 0,813        | 0,926        |              | 0,796        | 0,931        | 0,773        | 0,908        | 0,786        | 0,742        | 0,835        | 0,768        | <b>0,823</b> |              |
| DJ              | 0,628        | 0,881        | 0,790        | 0,820        |              | 0,787        | 0,639        | 0,780        | 0,736        | 0,591        | 0,702        | 0,669        | <b>0,728</b> |              |
| FTSE            | 0,735        | 0,812        | 0,954        | 0,898        | 0,795        |              | 0,760        | 0,882        | 0,823        | 0,730        | 0,847        | 0,766        | <b>0,822</b> |              |
| HANG            | 0,649        | 0,805        | 0,683        | 0,757        | 0,734        | 0,711        |              | 0,747        | 0,741        | 0,848        | 0,698        | 0,792        | <b>0,750</b> |              |
| IBEX            | 0,771        | 0,774        | 0,927        | 0,890        | 0,784        | 0,887        | 0,664        |              | 0,808        | 0,701        | 0,885        | 0,737        | <b>0,816</b> |              |
| ISEQ            | 0,746        | 0,737        | 0,802        | 0,757        | 0,687        | 0,805        | 0,669        | 0,789        |              | 0,677        | 0,795        | 0,691        | <b>0,763</b> |              |
| NIKKEI          | 0,639        | 0,702        | 0,663        | 0,688        | 0,668        | 0,710        | 0,780        | 0,626        | 0,653        |              | 0,691        | 0,714        | <b>0,706</b> |              |
| PSI             | 0,780        | 0,724        | 0,849        | 0,780        | 0,700        | 0,831        | 0,647        | 0,876        | 0,774        | 0,652        |              | 0,722        | <b>0,781</b> |              |
| SENSEX          | 0,616        | 0,697        | 0,642        | 0,659        | 0,680        | 0,665        | 0,745        | 0,609        | 0,639        | 0,706        | 0,624        |              | <b>0,740</b> |              |
| <b>Média</b>    | <b>0,701</b> | <b>0,763</b> | <b>0,800</b> | <b>0,794</b> | <b>0,742</b> | <b>0,800</b> | <b>0,713</b> | <b>0,782</b> | <b>0,732</b> | <b>0,681</b> | <b>0,749</b> | <b>0,662</b> |              |              |
| <b>Média Up</b> | <b>0,743</b> |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |

Notas: Esta tabela apresenta as down-down correlations (acima da diagonal principal) e as up-up correlations (abaixo da diagonal principal) de cada um dos pares de índices. Para além disso, apresenta também a média de cada índice nas duas formas de volatilidade, bem como a média global das down e das up correlations, no período de 1 de agosto de 2007 a 30 de junho de 2011.



No sentido de perceber se o aumento das correlações teve significado estatístico, foi aplicado o teste em duas amostras, de acordo com a proposta de Forbes e Rigobon (2002). Os resultados deste teste são apresentados nas tabelas 5 e 6, de modo a comparar o sub-período Crise Financeira Global com os dois precedentes.

**Tabela 5 – Teste à igualdade das down-down e das up-up correlations, nos sub-períodos da crise financeira global e Dot-Com**

|        | ATG   | BOV   | CAC   | DAX   | DJ    | FTSE  | HANG  | IBEX  | ISEQ  | NIKKEI | PSI   | SENSEX |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| ATG    |       | 0,95  | 4,30  | 4,02  | -0,24 | 3,53  | 0,48  | 4,22  | 1,43  | 0,86   | 3,63  | 2,63   |
| BOV    | -1,12 |       | 2,75  | 1,12  | 3,34  | 3,65  | 0,48  | 2,01  | 2,25  | -0,80  | -0,05 | 1,93   |
| CAC    | -1,42 | 0,03  |       | 6,07  | 0,63  | 4,49  | 2,58  | 3,10  | 2,72  | 1,65   | 4,30  | 3,30   |
| DAX    | -1,18 | 1,21  | -5,07 |       | -0,27 | 5,70  | 3,02  | 3,36  | 1,43  | 1,78   | 2,68  | 4,17   |
| DJ     | -0,81 | 2,26  | -0,42 | 0,91  |       | 1,19  | -0,62 | 0,23  | 1,47  | -1,22  | -0,71 | 0,95   |
| FTSE   | -1,30 | 0,54  | 1,66  | -2,92 | 0,26  |       | 2,28  | 2,00  | 2,35  | 1,88   | 4,33  | 4,58   |
| HANG   | -1,82 | 1,54  | -2,45 | -0,47 | 2,09  | -1,33 |       | 0,80  | 0,95  | 3,09   | -1,16 | 2,44   |
| IBEX   | -1,24 | -0,63 | -0,26 | -1,29 | 0,13  | 0,30  | -2,06 |       | 1,30  | 0,13   | 4,68  | 2,22   |
| ISEQ   | 0,16  | -0,80 | -1,29 | -0,94 | -1,24 | -0,74 | -1,72 | -0,70 |       | -0,86  | 2,32  | 1,41   |
| NIKKEI | -1,15 | 1,19  | -1,74 | -1,33 | 1,44  | -0,50 | -2,61 | -1,64 | -0,51 |        | 0,59  | 2,27   |
| PSI    | -0,68 | -0,43 | -1,43 | -2,13 | -0,05 | -0,71 | -1,12 | -0,53 | -0,72 | -0,83  |       | 1,04   |
| SENSEX | -3,63 | -1,59 | -2,65 | -2,77 | 0,23  | -2,62 | -1,48 | -2,92 | -1,16 | -0,18  | -2,22 |        |

*Notas: Esta tabela apresenta os testes à igualdade das down-down correlations e up-up correlations., tendo por base a transformação de Fisher. Acima da diagonal é apresentada a comparação das down-down correlations, nos sub-períodos Crise Financeira Global e Dot-Com, enquanto abaixo da diagonal do quadro é apresentada a comparação das up-up correlations, nos sub-períodos Crise Financeira Global e Dot-Com. Valores do teste superiores ou iguais a 1,96 (1,64) são significativos ao nível de 5% (10%).*

No sub-período Crise Financeira Global, face ao sub-período Dot-Com, as correlações entre os mercados, associadas a movimentos de queda, sofreram um aumento na generalidade dos casos. Dos 66 pares de correlações calculados, 34 registaram um aumento, com significado estatístico, ao nível de significância de 5%. Este número aumenta para 38, se considerado o nível de significância menos exigente de 10%. Relativamente às correlações associadas aos movimentos de subida, foi possível detetar 24 aumentos de correlação, significativos estatisticamente, ao nível de significância de 5%. Para o

nível menos exigente de 10%, foram encontrados 28 pares. Importa ainda referir que não foram encontradas diminuições de correlação, com significado estatístico.

A comparação dos dois sub-períodos mais recentes, tendo em conta os resultados da tabela 6, permite a conclusão de que, em cerca de um terço dos pares das *down down correlations*, aconteceu um aumento estatisticamente significativo, ao nível de significância de 5%. Já as *up up correlations* sofreram um aumento de valor estatisticamente significativo, ao nível de significância de 5%, em cerca de um quarto dos casos.

**Tabela 6 – Teste à igualdade das down-down e das up-up correlations nos sub-períodos Crise Financeira Global e Tranquilo**

|        | ATG   | BOV   | CAC   | DAX  | DJ    | FTSE | HANG  | IBEX  | ISEQ  | NIKKEI | PSI   | SENSEX |
|--------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| ATG    |       | -0,06 | 1,01  | 0,96 | 0,12  | 0,41 | 0,80  | 1,19  | -0,66 | 1,04   | 2,08  | 2,03   |
| BOV    | -0,10 |       | 1,49  | 0,95 | 1,92  | 1,57 | 2,37  | 1,92  | 2,45  | 0,24   | 0,01  | 3,37   |
| CAC    | -0,95 | 3,67  |       | 4,08 | 0,88  | 2,75 | 2,54  | 1,89  | 1,94  | 1,06   | 4,20  | 2,87   |
| DAX    | -0,16 | 4,05  | -0,22 |      | 0,50  | 4,03 | 2,61  | 1,46  | 0,98  | 1,31   | 2,92  | 3,58   |
| DJ     | -1,26 | 4,94  | 0,53  | 1,96 |       | 0,92 | 0,98  | 0,47  | 1,01  | 0,61   | -0,05 | 1,90   |
| FTSE   | -0,32 | 2,93  | 6,11  | 2,17 | 1,48  |      | 1,80  | -0,23 | 0,83  | 1,20   | 2,08  | 3,10   |
| HANG   | -1,56 | 3,71  | -0,79 | 1,75 | 1,79  | 0,96 |       | 1,76  | 1,32  | 2,80   | -0,26 | 2,86   |
| IBEX   | 0,81  | 2,02  | 2,78  | 0,67 | 1,25  | 1,67 | -0,42 |       | 1,20  | 0,99   | 4,93  | 2,13   |
| ISEQ   | 0,26  | 1,30  | 0,79  | 0,47 | -0,41 | 0,22 | 0,37  | 0,87  |       | -0,09  | 2,77  | 1,13   |
| NIKKEI | -2,01 | 1,20  | -0,63 | 0,76 | 1,30  | 0,36 | 1,36  | -0,92 | -0,06 |        | 0,35  | 0,89   |
| PSI    | 3,26  | 2,03  | 5,58  | 3,36 | 0,91  | 4,55 | -0,03 | 7,14  | 2,20  | 0,07   |       | 0,16   |
| SENSEX | -1,30 | 0,81  | -0,71 | 0,59 | 1,48  | 0,08 | 2,24  | -0,74 | -1,73 | 1,40   | 1,00  |        |

*Nota: Esta tabela apresenta os testes à igualdade das down-down correlations e up-up correlations, tendo por base a transformação de Fisher. Acima da diagonal é apresentada a comparação das down-down correlations, nos sub-períodos Crise Financeira Global e Tranquilo, enquanto abaixo da diagonal do quadro é apresentada a comparação das up-up correlations, nos mesmos sub-períodos. Valores do teste superiores ou iguais a 1,94 (1,64) são significativos ao nível de 5% (10%).*

O aumento das *down-down correlations* e das *up-up correlations*, mas sobretudo das primeiras, quer ao longo do período analisado quer em comparação com os resultados obtidos em estudos anteriores, parece indiciar um aumento da interdependência entre os mercados bolsistas. Por seu lado, o aumento das correlações nos movimentos de queda,

implica a diminuição dos benefícios da diversificação internacional, o que coloca os gestores de risco perante novos desafios.

Com o objetivo de analisar o risco evidenciado pelos mercados e averiguar da existência de assimetria na volatilidade, foram calculadas as *up* e *down volatilities* dos doze índices, relativas aos três sub-períodos, com base na metodologia atrás exposta. Estes cálculos são apresentados na tabela 7.

Relativamente ao sub-período Dot-Com, a volatilidade associada às rendibilidades diárias acima da média revelou-se inferior à das rendibilidades abaixo da média, com exceção dos índices ATG e DJ. Em termos médios, as *up* e as *down volatilities* registaram 1,59% e 1,66%, respetivamente. A diferença entre os dois tipos de volatilidade teve maior expressão nos índices ISEQ (1,13% versus 1,32%) e SENSEX (1,58% versus 1,83%).

No sub-período Tranquilo, a volatilidade associada às descidas dos mercados também se mostrou superior à das subidas. A média da primeira foi de 1,03%, enquanto a da segunda foi de 0,945%. O único índice em que tal situação não se verificou foi o PSI. Os índices SENSEX e ISEQ foram os que apresentaram diferenças mais acentuadas entre os dois tipos de volatilidade. No primeiro caso, a diferença foi superior a 20%. No segundo caso, a diferença superou os 15%.

No sub-período Crise Financeira Global, todos os índices analisados, sem exceção, apresentaram níveis de volatilidade superiores nas descidas face aos das subidas de mercado. As maiores diferenças percentuais entre os dois tipos de volatilidade estiveram associadas aos índices NIKKEI e ISEQ, com 21% e 13,8%, respetivamente.

Os resultados obtidos são consistentes com os de outros estudos empíricos, designadamente o desenvolvido por Zimmermann *et. al* (2003), para diversos mercados desenvolvidos, no período de janeiro de 1970 a agosto de 1998. Porém, registou-se uma importante diferença. Enquanto no estudo atrás referenciado, a diferença média entre a *down volatility* e a *up volatility* foi superior a 15%, no presente

trabalho em nenhum dos sub-períodos foi possível encontrar diferenças médias superiores a 9%.

Os resultados obtidos acerca da volatilidade, de superioridade da *down volatility* relativamente à *up volatility*, sugerem que os mercados bolsistas se têm mostrado mais sensíveis a “más notícias” do que a “boas notícias”, embora a diferença tenda a ser menor do que a registada em períodos de tempo anteriores ao do presente estudo.

Os resultados permitem, igualmente, a conclusão de que o sub-período Crise Financeira Global foi caracterizado por um aumento de volatilidade. Em relação ao sub-período Dot-Com, verificou-se um aumento das *up volatilities* e das *down volatilities*, em praticamente todos os índices. As exceções foram os índices CAC e DAX. A comparação com o sub-período Tranquilo revelou um acentuado aumento dos dois tipos de volatilidade, tendo o seu valor mais do que duplicado em sete países. Neste particular destaca-se o índice PSI, com a *down volatility* a aumentar 161% e a *up volatility* a aumentar 135%. O índice que registou um aumento menos acentuado foi o BOV, com 34% e 38%, para a *down* e a *up volatility*, respetivamente.

*Tabela 7 – Volatilidade global, Down e Up nos três sub-períodos*

|                            |                        | ATG    | BOV    | CAC    | DAX    | DJ     | FTSE   | H_S    | IBEX   | ISEQ   | NIKKEI | PSI    | SENSEX |
|----------------------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Dot-Com</b>             | <i>Full volatility</i> | 0,0173 | 0,0205 | 0,0185 | 0,0203 | 0,0139 | 0,0145 | 0,0162 | 0,0171 | 0,0123 | 0,0153 | 0,012  | 0,0171 |
|                            | <i>Down volatility</i> | 0,0167 | 0,0211 | 0,0187 | 0,0208 | 0,0138 | 0,0148 | 0,0163 | 0,0175 | 0,0132 | 0,0154 | 0,0124 | 0,0183 |
|                            | <i>Up volatility</i>   | 0,0179 | 0,0199 | 0,0183 | 0,0199 | 0,0141 | 0,0142 | 0,0162 | 0,0166 | 0,0113 | 0,0151 | 0,0115 | 0,0158 |
|                            | Nº de downstates       | 434    | 427    | 436    | 431    | 423    | 438    | 446    | 416    | 404    | 456    | 453    | 415    |
|                            | Nº de upstates         | 414    | 419    | 412    | 417    | 425    | 410    | 401    | 432    | 443    | 392    | 395    | 432    |
| <b>Tranquilo</b>           | <i>Full volatility</i> | 0,0100 | 0,0160 | 0,0090 | 0,0110 | 0,0070 | 0,0070 | 0,0090 | 0,0080 | 0,0080 | 0,0110 | 0,0060 | 0,0140 |
|                            | <i>Down volatility</i> | 0,0110 | 0,0170 | 0,0100 | 0,0110 | 0,0070 | 0,0080 | 0,0100 | 0,0090 | 0,0090 | 0,0120 | 0,0060 | 0,0150 |
|                            | <i>Up volatility</i>   | 0,0100 | 0,0150 | 0,0090 | 0,0110 | 0,0070 | 0,0070 | 0,0090 | 0,0080 | 0,0080 | 0,0110 | 0,0060 | 0,0130 |
|                            | Nº de downstates       | 536    | 524    | 535    | 524    | 535    | 523    | 540    | 518    | 531    | 534    | 539    | 511    |
|                            | Nº de upstates         | 541    | 553    | 542    | 553    | 542    | 554    | 537    | 559    | 546    | 543    | 538    | 566    |
| <b>Crise F:<br/>Global</b> | <i>Full volatility</i> | 0,0211 | 0,0216 | 0,0183 | 0,0169 | 0,0159 | 0,0162 | 0,0216 | 0,019  | 0,0214 | 0,0193 | 0,0154 | 0,0197 |
|                            | <i>Down volatility</i> | 0,0219 | 0,0224 | 0,0187 | 0,0175 | 0,0168 | 0,0165 | 0,0219 | 0,0196 | 0,0227 | 0,0211 | 0,016  | 0,0201 |
|                            | <i>Up volatility</i>   | 0,0203 | 0,0208 | 0,0178 | 0,0164 | 0,0151 | 0,0159 | 0,0212 | 0,0184 | 0,02   | 0,0174 | 0,0148 | 0,0193 |
|                            | Nº de downstates       | 464    | 457    | 469    | 463    | 450    | 481    | 469    | 462    | 465    | 459    | 468    | 469    |
|                            | Nº de upstates         | 508    | 515    | 503    | 509    | 522    | 491    | 503    | 510    | 507    | 513    | 504    | 503    |

*Notas: Esta tabela apresenta as estimativas de volatilidade global, down e up relativas às rendibilidades diárias dos doze índices nos três sub-períodos. São ainda apresentados os números de dias de queda e subida em cada sub-período.*

Com o objetivo de perceber se os aumentos de volatilidade foram estatisticamente significativos, procedeu-se ao cálculo dos testes de igualdade de variâncias, entre os sub-períodos Crise Financeira Global/Dot-Com e Crise Financeira Global/Tranquilo. Os resultados destes testes são apresentados na tabela 8.

*Tabela 8 – Teste à igualdade das Up and Down Volatilities*

| Índices | Dot-Com |        | Tranquilo |        | CFG    |        | CFG/Dot-Com |         | CFG/Tranquilo |         |
|---------|---------|--------|-----------|--------|--------|--------|-------------|---------|---------------|---------|
|         | Down    | Up     | Down      | Up     | Down   | Up     | Down        | Up      | Down          | Up      |
| ATG     | 0,0167  | 0,0179 | 0,0105    | 0,0100 | 0,0219 | 0,0203 | 1,718       | 1,287   | 2,081         | 4,118   |
|         | 434     | 414    | 536       | 541    | 464    | 508    | (0,000)     | (0,004) | (0,000)       | (0,000) |
| BOV     | 0,0211  | 0,0199 | 0,0166    | 0,0151 | 0,0224 | 0,0208 | 1,118       | 1,091   | 1,804         | 1,911   |
|         | 427     | 419    | 524       | 553    | 457    | 515    | (0,121)     | (0,176) | (0,000)       | (0,000) |
| CAC     | 0,0187  | 0,0183 | 0,0096    | 0,0092 | 0,0187 | 0,0178 | 1,008       | 0,948   | 3,818         | 3,793   |
|         | 436     | 412    | 535       | 542    | 469    | 503    | (0,467)     | (0,717) | (0,000)       | (0,000) |
| DAX     | 0,0208  | 0,0199 | 0,0111    | 0,0105 | 0,0175 | 0,0164 | 0,707       | 0,681   | 2,498         | 2,431   |
|         | 431     | 417    | 524       | 553    | 463    | 509    | (1,000)     | (1,000) | (0,000)       | (0,000) |
| DJ      | 0,0138  | 0,0141 | 0,0070    | 0,0068 | 0,0168 | 0,0151 | 1,482       | 1,147   | 5,697         | 4,914   |
|         | 423     | 425    | 535       | 542    | 450    | 522    | (0,000)     | (0,070) | (0,000)       | (0,000) |
| FTSE    | 0,0148  | 0,0142 | 0,0077    | 0,0070 | 0,0165 | 0,0159 | 1,247       | 1,252   | 4,651         | 5,086   |
|         | 438     | 410    | 523       | 554    | 481    | 491    | (0,009)     | (0,009) | (0,000)       | (0,000) |
| HANG    | 0,0163  | 0,0162 | 0,0097    | 0,0092 | 0,0219 | 0,0212 | 1,811       | 1,730   | 5,081         | 5,298   |
|         | 446     | 401    | 540       | 537    | 469    | 503    | (0,000)     | (0,000) | (0,000)       | (0,000) |
| IBEX    | 0,0175  | 0,0166 | 0,0089    | 0,0080 | 0,0196 | 0,0184 | 1,248       | 1,229   | 4,802         | 5,274   |
|         | 416     | 432    | 518       | 559    | 462    | 510    | (0,010)     | (0,013) | (0,000)       | (0,000) |
| ISEQ    | 0,0132  | 0,0113 | 0,0091    | 0,0079 | 0,0227 | 0,0200 | 2,956       | 3,124   | 6,249         | 6,449   |
|         | 404     | 443    | 531       | 546    | 465    | 507    | (0,000)     | (0,000) | (0,000)       | (0,000) |
| NIKKEI  | 0,0154  | 0,0151 | 0,0117    | 0,0106 | 0,0211 | 0,0174 | 1,871       | 1,339   | 3,265         | 2,712   |
|         | 456     | 392    | 534       | 543    | 459    | 513    | (0,000)     | (0,001) | (0,000)       | (0,000) |
| PSI     | 0,0124  | 0,0115 | 0,0062    | 0,0063 | 0,0160 | 0,0148 | 1,661       | 1,648   | 6,787         | 5,543   |
|         | 453     | 395    | 539       | 538    | 468    | 504    | (0,000)     | (0,000) | (0,000)       | (0,000) |
| SENSEX  | 0,0183  | 0,0158 | 0,0154    | 0,0129 | 0,0201 | 0,0193 | 1,196       | 1,496   | 1,688         | 2,264   |
|         | 415     | 432    | 511       | 566    | 469    | 503    | (0,031)     | (0,000) | (0,000)       | (0,000) |

Notas: Esta tabela apresenta os testes de igualdade às up e down volatilities das rendibilidades diárias dos índices dos mercados considerados neste estudo, entre o sub-período Crise Financeira Global e Dot-Com e entre o sub-período Crise Financeira Global e Tranquilo. O teste à igualdade de variâncias é baseado na estatística F. A estatística F, para a igualdade de médias, é calculada como  $S_1^2/S_2^2$ , que segue uma distribuição F, com  $(n_1-1; n_2-1)$  graus de liberdade.  $S_1^2$  e  $S_2^2$  referem-se às estimativas das variâncias nos sub-períodos 1 e 2.  $n_1$  e  $n_2$  referem-se ao número de observações nos sub-períodos 1 e 2.

Os resultados dos testes à igualdade de volatilidades permitem concluir que no último sub-período, face ao primeiro, se registou um aumento estatisticamente significativo dos dois tipos de volatilidade, ao nível de significância de 5%, exceto para os índices BOV, CAC e DAX. Destas diferenças estatisticamente significativas, apenas o índice IBEX não revelou significativo estatístico, ao nível de significância de 1%. Por seu lado, a comparação entre os sub-períodos Crise Financeira Global e Tranquilo, revela em todos os casos diferenças com significado estatístico, ao nível de significância de 1%, o que permite concluir pela significativa influência

da crise financeira global no aumento da volatilidade dos mercados bolsistas, quer nos movimentos de queda quer nos movimentos de subida.

#### 4. CONCLUSÃO

A ligação entre mercados bolsistas tem merecido grande atenção de investigadores e de investidores. Para se perceber da influência da crise financeira global e do ambiente de mercado nas ligações entre os índices bolsistas foram calculadas as semicorrelações, as quais permitiram a conclusão de uma correlação mais forte entre os mercados, sempre que estes descreveram movimentos de queda. Contudo, quando comparados com os resultados obtidos noutros estudos, o diferencial encontrado entre as semicorrelações relativas aos ambientes de descida e de subida diminuiu de forma expressiva, embora em qualquer dos casos os valores calculados fossem bastante superiores aos obtidos na literatura consultada, para períodos de tempo anteriores. Por outro lado, enquanto nos estudos consultados todas as *down-down correlations* apresentaram valores superiores aos das *up-up correlations*, no presente estudo tal não aconteceu.

Analisada a volatilidade dos mercados bolsistas, foi possível concluir que, no sub-período Crise Financeira Global, todos os índices analisados, sem exceção, se apresentaram mais voláteis nos movimentos de queda de mercado do que nos movimentos de subida, embora a diferença entre os dois tipos de volatilidade tenha sido inferior à encontrada noutros estudos. Por outro lado, os mercados mostraram-se, em geral, mais voláteis, com os dois tipos de volatilidade a evidenciarem superioridade estatística, na grande maioria dos casos, no último sub-período face aos anteriores.

Os resultados obtidos são importantes quer para gestores de risco quer para investidores, sugerindo uma diminuição dos benefícios associados à diversificação internacional, o que coloca novos e complexos desafios na gestão de carteiras de investimento.

#### BIBLIOGRAFIA

- BEKAERT, G. E WU, G., (2000), "ASYMMETRIC VOLATILITY AND RISK IN EQUITY MARKETS", REVIEW OF FINANCIAL STUDIES, VOL. 13, PP. 1-42.
- BLACK, F., (1976), STUDIES IN STOCK PRICE VOLATILITY CHANGES. PROCEEDINGS OF THE 1976 BUSINESS MEETING OF THE BUSINESS AND ECONOMICS STATISTICS SECTION, AMERICAN STATISTICAL ASSOCIATION, 177-181.
- BOLLERSLEV, T., CHOU, R. E KRONER, K., (1992), "ARCH MODELING IN FINANCE: A REVIEW OF THE THEORY AND EMPIRICAL EVIDENCE", JOURNAL OF ECONOMETRICS, 52, 5-59.
- CAMPBELL, J. E HENTSCHELL, L., (1992), "NO NEWS IS GOOD NEWS: AN ASYMMETRIC MODEL OF CHANGING VOLATILITY IN STOCK RETURNS", JOURNAL OF FINANCIAL ECONOMICS, VOL. 31, PP. 281-318.
- CHRISTIE, A. (1982), "THE STOCHASTIC BEHAVIOR OF COMMON STOCK VARIANCES: VALUE, LEVERAGE, AND INTEREST RATE EFFECTS", JOURNAL OF FINANCIAL ECONOMICS, VOL. 10, PP. 407-432.
- ERB, C., HARVEY, C. E VISKANTA, T., (1994), 'FORECASTING INTERNATIONAL EQUITY CORRELATIONS', FINANCIAL ANALYSTS JOURNAL, VOL. 23, PP. 761-767.
- FORBES K. E RIGOBON, R., (2002), "NO CONTAGION, ONLY INTERDEPENDENCE: MEASURING STOCK MARKET COMOVEMENTS", JOURNAL OF FINANCE 57, PP. 2223-62.

- FRENCH, K., SCHWERT, G. E STAMBAUGH, R., (1987), "EXPECTED STOCK RETURNS AND VOLATILITY", JOURNAL OF FINANCIAL ECONOMICS, VOL. 19, PP. 3-29.
- GRUBEL, H., (1968), "INTERNATIONALLY DIVERSIFIED PORTFOLIOS: WELFARE GAINS AND CAPITAL FLOWS", AMERICAN ECONOMIC REVIEW, VOL. 58, PP 1299-1314.
- HORTA, P., MENDES, C. E VIEIRA, I., (2008), "CONTAGION EFFECTS OF THE U.S. SUBPRIME CRISIS ON DEVELOPED COUNTRIES", WORKING PAPER, UNIVERSITY OF EVORA.
- MARKOWITZ, H., (1991), "PORTFOLIO SELECTION: EFFICIENT DIVERSIFICATION OF INVESTMENT", JOHN WILEY & SONS, INC., NEW YORK.
- NAOUI, K., LIOUANE, N. E BRAHIM, S., (2010), "A DYNAMIC CORRELATION ANALYSIS OF FINANCIAL CONTAGION: THE CASE OF THE SUBPRIME CRISIS", INTERNATIONAL JOURNAL OF ECONOMICS AND FINANCE, V. 2, N. 3, P. 85-96.
- NELSON, D., (1991), "CONDITIONAL HETEROSKEDASTICITY IN ASSET RETURNS: A NEW APPROACH", ECONOMETRICA, 59, 2, 347 – 370.
- PINDYCK, R., (1984), "RISK, INFLATION, AND THE STOCK MARKET", AMERICAN ECONOMIC REVIEW, VOL. 74, PP. 334-351.
- PREMARATNE, G. E BALASUBRAMANYAN, L., (2003), STOCK MARKET VOLATILITY: EXAMINING NORTH AMERICA, EUROPE AND ASIA. NATIONAL UNIVERSITY OF SINGAPORE, ECONOMICS WORKING PAPER. [HTTP://PAPERS.SSRN.COM/SOL3/PAPERS.CFM?ABSTRACT\\_ID=375380](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=375380). CONSULTADO EM 2012.
- RIPLY, D., (1973), "SYSTEMATIC ELEMENTS IN THE LINKAGE OF NATIONAL STOCK MARKET INDICES", REVIEW OF ECONOMICS AND STATISTICS, 55, 3: 356-361.
- TOUSSAINT, E., (2008), THE US SUBPRIME CRISIS GOES GLOBAL. IN COUNTERPUNCH, WEEKEND EDITION, JANUARY 12/13.
- ZIMMERMANN, H., DROBETZ, W. E OERTMANN, P., (2003), "GLOBAL ASSET ALLOCATION: NEW METHODS AND APPLICATIONS", JOHN WILEY & SONS, INC.